

PENGARUH PERUBAHAN PENGATURAN SUHU DAN KECEPATAN FAN EVAPORATOR TERHADAP PERFORMANSI ALAT PENYEGAR UDARA

Zahri Kadir dan Tabrani

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662
e-mail: zahrikadir@unsri.ac.id

Abstrak

Untuk mendapatkan kondisi/ kenyamanan yang dikehendaki, pengguna AC mengatur suhu dan kecepatan udara yang keluar evaporator. Perubahan temperatur udara dan kecepatan udara (kecepatan fan evaporator) kemungkinan akan berdampak terhadap performansi alat penyegar udara (AC). Untuk itu dilakukan pengujian dengan menggunakan AC split dengan refrigeran R-22 berkapasitas 2,60 kW. Parameter yang diukur adalah tekanan dan suhu refrigeran yang masuk dan keluar kompresor, kondensor dan evaporator; kecepatan udara keluar evaporator; temperatur bola basah dan temperature bola kering masuk dan keluar evaporator. Data diambil pada Suhu udara keluar evaporator diatur pada suhu 16 °C, 19 °C, 22 °C dan 25 °C dengan menggunakan remote control serta kecepatan aliran udara keluar evaporator yang digunakan yaitu kecepatan 1, 2, dan 3. Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwa pengaturan suhu yang semakin rendah akan berdampak pada naiknya nilai laju kalor yang diserap kondensor, laju kalor yang dilepas kondensor dan kerja kompresor serta turunnya COP. Pengaturan kecepatan fan evaporator yang semakin cepat berdampak pada naiknya nilai laju kalor yang diserap kondensor, laju kalor yang dilepas kondensor dan kerja kompresor.

Kata kunci: evaporator, suhu, penyegar udara

1. PENDAHULUAN

Penyegaran udara adalah suatu proses pengkondisian udara, sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban sesuai dengan yang diinginkan terhadap udara dalam ruangan tertentu. Selain itu, penyegaran udara juga mengatur aliran udara dan kebersihan dari udara ruangan tersebut

Sistem penyegaran udara untuk industri dirancang untuk memperoleh temperatur dan kelembaban serta distribusi udara sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh proses serta peralatan yang dipergunakan di dalam ruangan yang bersangkutan. Dalam hal tersebut juga tercakup persyaratan yang diperlukan untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi karyawan.

Hasil penelitian tentang lingkungan kerja menunjukkan bahwa di dalam ruangan kerja berudara segar, karyawan dapat bekerja lebih baik dan jumlah kesalahan dapat dikurangi, sehingga efisiensi kerja dapat ditingkatkan. Penyegaran udara juga sangat penting untuk rumah sakit, bukan saja untuk memberikan ketenangan dan mengurangi penderitaan pasien, tetapi juga memberikan kesegaran kerja bagi para dokter dan perawat sehingga dapat melakukan tugasnya dengan baik.

Untuk mendapatkan kondisi/ kenyamanan yang dikehendaki, pengguna AC dapat mengatur suhu dan kecepatan udara yang keluar evaporator melalui alat pengontrol atau remote kontrol. Perubahan temperatur udara dan kecepatan udara (kecepatan

fan evaporator) kemungkinan akan berdampak terhadap performansi alat penyegar udara (AC). Untuk mengetahui berapa besar dampak hal tersebut di atas maka dilakukan kajian eksperimen ini.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan pengaturan suhu dan kecepatan fan evaporator terhadap performansi AC yang meliputi laju kalor yang diserap evaporator, kerja kompresor, laju kalor yang dilepas kondensor, dan koefisien prestasi (COP).

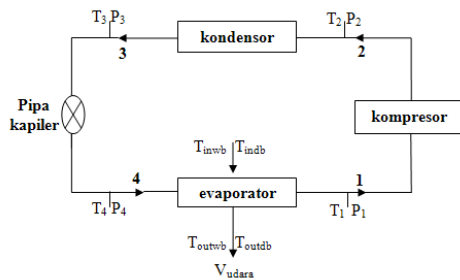
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian terhadap sebuah perangkat uji alat penyegar udara. Parameter yang diukur adalah tekanan dan suhu refrigeran yang masuk dan keluar kompresor, kondensor dan evaporator; kecepatan udara keluar evaporator; temperatur bola basah dan temperature bola kering masuk dan keluar evaporator.

Data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghitung performansi penyegar udara yang meliputi koefisien prestasi, kerja kompresor, kalor yang serap evaporator dan kalor yang dilepas kondensor. Parameter-parameter tersebut kemudian dibandingkan sehingga dapat diketahui pengaruh perubahan pengaturan suhu dan kecepatan fan evaporator terhadap performansi penyegar udara.

Instalasi Alat Uji

Perangkat uji terdiri dari sebuah AC split yang dipasang corong udara pada evaporatornya dan peralatan ukur yang terdiri dari pressure gauge, termometer dan velometer. Adapun gambar skematik dari perangkat uji seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skematik Alat Uji

Data-data yang diambil pada pengujian yaitu :

Tekanan refrigeran yang masuk kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator (pada titik 1, 2, 3 dan 4). Data ini diambil dengan cara membaca skala pada pressure gauge yang terpasang.

Temperatur refrigeran yang masuk kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator (pada titik 1, 2, 3 dan 4). Data diambil dengan menggunakan thermocouple, dengan cara menyentuhkan sensor panasnya pada pipa dimana refrigeran mengalir di dalamnya.

Temperatur bola basah (wet bulb temperature) dan temperatur bola kering (dry bulb temperature). Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui temperatur udara. Temperatur bola basah dan bola kering diambil dengan menggunakan thermometer air raksa. Untuk temperatur bola basah, pengukurannya menggunakan thermometer air raksa yang sensor panasnya dibalut dengan kain basah. Temperatur bola basah dan bola kering diukur sebelum masuk dan sesudah keluar dari evaporator.

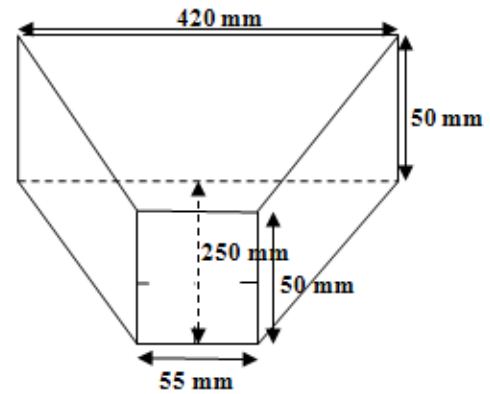
Kecepatan udara yang keluar evaporator. Pengukuran ini, menggunakan alat velometer. Untuk mengukur kecepatan udara yang keluar dari evaporator, udara dialirkan melalui corong seperti pada gambar 2. Diukur kecepatan udara pada titik tengah, titik atas dan bawah, serta titik samping kiri dan kanan. Data kecepatan udara yang didapat kemudian dirata-ratakan.

Spesifikasi Mesin Pendingin

Spesifikasi mesin pendingin pada alat uji yaitu :

Jenis	: Split
Model	: CS-903 km
Refrigeran	: R-22
Tegangan	: 220-240 V
Frekuensi	: 50 Hz
Kapasitas pendinginan	: 2,60-2,65 kW
daya input	: 900-940 W

Serial : 0136346902



Gambar 2. Corong udara

Peralatan Ukur

Peralatan ukur yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

Pressure gauge

Pressure gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan. Pada pengujian ini, pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan sebelum masuk kompresor, sebelum masuk kondensor, sebelum pipa kapiler dan sebelum masuk evaporator.

Thermocouple dan termometer air raksa

Baik thermocouple maupun termometer air raksa digunakan untuk mengambil data temperatur. Pada pengujian ini, thermocouple digunakan untuk mengukur temperatur refrigeran yang masuk kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator. Sedangkan termometer air raksa digunakan untuk mendapatkan temperatur bola basah (wet bulb temperature) dan temperatur bola kering (dry bulb temperature).

Velometer

Velometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan udara. Pada pengujian ini, velometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang keluar dari evaporator.

Prosedur Pengujian

Pengambilan data dilakukan untuk kecepatan putaran fan evaporator 1, 2, dan 3. Sebagai catatan, kecepatan yang digunakan merupakan kecepatan yang sudah diatur oleh pabrik dengan kecepatan $1 < \text{kecepatan } 2 < \text{kecepatan } 3$ ($V1 < V2 < V3$).

Prosedur pengambilan data pada pengujian ini yaitu:

Hidupkan AC dan biarkan sampai AC stabil. AC sudah bekerja secara stabil jika jarum pada skala pressure gauge sudah tidak lagi mengalami kenaikan dan penurunan.

Atur kecepatan kipas evaporator pada kecepatan tingkat 1, kemudian atur suhu AC pada temperatur 25°C lalu biarkan sampai AC bekerja secara stabil.

Setelah stabil, ukur tekanan dengan melihat skala pada pressure gauge yang terpasang.

Ukur temperatur dengan cara menyentuh sensor termokopel pipa refrigeran pada sisi masuk kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator.

Ukur kecepatan udara yang keluar evaporator dengan menggunakan velometer.

Ukur temperatur bola basah (wet bulb temperature) dan temperatur bola kering (dry bulb temperature) dengan menggunakan termometer air raksa. Untuk mengukur temperatur bola basah dan bola kering gunakan 2 buah termometer air raksa. Salah satu termometer dibalut dengan kain basah untuk temperatur bola basah.

Ulangin prosedur 3, 4, 5 dan 6 untuk temperatur 22°C, 19°C, dan 16°C.

Setelah selesai, atur kecepatan kipas evaporator pada kecepatan 2. Kemudian ulangi prosedur 3, 4, 5 dan 6 untuk temperatur 25°C, 22°C, 19°C dan 16°C. Atur kembali kecepatan kipas evaporator pada kecepatan 3, ulangi prosedur 3, 4, 5 dan 6 untuk temperatur 25°C, 22°C, 19°C dan 16°C.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian, diperoleh data-data sebagai berikut (table 1 – 3):

Tabel 1. Data hasil pengujian menggunakan kecepatan fan 1

Suhu Evaporator (°C)	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Udara Evaporator							
	T ₁ (°C)	P ₁ (psi)	T ₂ (°C)	P ₂ (psi)	T ₃ (°C)	P ₃ (psi)	T ₄ (°C)	P ₄ (psi)	V _{air} (ft/min)	T _{amb} (°C)	T _{sat} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)	T _{cond} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)
16	17	81	88	400	38	390	14	93	600	26	30	15	17			
19	17	80	84	380	36	375	13	90	580	26	31	17	20			
22	18	76	82	370	34	360	13	85	575	26,5	31	19	22			
25	19	73	80	355	34	345	13	84	550	27	31	22	25			

Tabel 2. Data hasil pengujian menggunakan kecepatan fan 2

Suhu Evaporator (°C)	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Udara Evaporator							
	T ₁ (°C)	P ₁ (psi)	T ₂ (°C)	P ₂ (psi)	T ₃ (°C)	P ₃ (psi)	T ₄ (°C)	P ₄ (psi)	V _{air} (ft/min)	T _{amb} (°C)	T _{sat} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)	T _{cond} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)
16	18	80	87	385	37	375	14	92	700	26	29	14	17			
19	18	80	86	380	37	370	14	91	680	26	30	17	19			
22	19	79	86	375	35	360	13	89	670	27	30	19	23			
25	19	78	84	365	34	355	12	87	650	27	30	22	25			

Tabel 3. Data hasil pengujian menggunakan kecepatan fan 3

Suhu Evaporator (°C)	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Udara Evaporator							
	T ₁ (°C)	P ₁ (psi)	T ₂ (°C)	P ₂ (psi)	T ₃ (°C)	P ₃ (psi)	T ₄ (°C)	P ₄ (psi)	V _{air} (ft/min)	T _{amb} (°C)	T _{sat} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)	T _{cond} (°C)	T _{sub} (°C)	T _{super} (°C)
16	21	85	94	420	36	400	14	98	800	26	30	14	16			
19	21	84	88	395	36	380	14	96	780	27	30	17	19			
22	20	83	85	390	36	375	14	95	765	27	30	19	22			
25	20	79	83	375	35	360	14	89	750	27	31	22	25			

Data pada tabel 1-3 kemudian diolah sehingga diperoleh hasil sebagai berikut (table 4-6):

Tabel 4. Hasil Perhitungan Data untuk Kecepatan fan 1

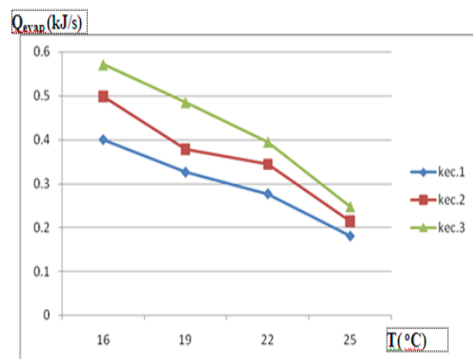
Suhu evapor (°C)	Q _{evap} (kJ/s)	m _{ref} (10 ⁻³ kg/s)	Q _{kon} (kJ/s)	W _{kon} (kW)	COP
16	0,400	2,366	0,463	0,063	6,259
19	0,326	1,884	0,373	0,047	6,920
22	0,277	1,573	0,314	0,037	7,330
25	0,181	1,022	0,202	0,021	8,428

Tabel 5. Hasil Perhitungan Data untuk Kecepatan fan 2

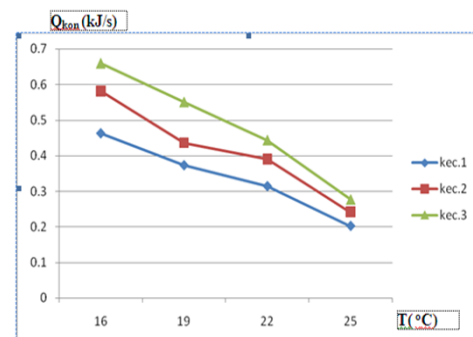
Suhu evapor (°C)	Q _{evap} (kJ/s)	m _{ref} (10 ⁻³ kg/s)	Q _{kon} (kJ/s)	W _{kon} (kW)	COP
16	0,499	2,952	0,581	0,082	6,035
19	0,378	2,197	0,435	0,057	6,615
22	0,344	1,954	0,390	0,046	7,333
25	0,214	1,202	0,241	0,027	7,739

Tabel 6. Hasil Perhitungan Data untuk kecepatan 3

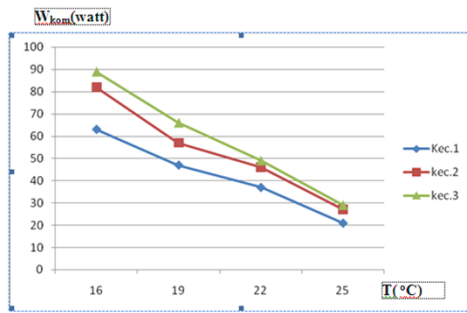
Suhu evapor (°C)	Q _{evap} (kJ/s)	m _{ref} (10 ⁻³ kg/s)	Q _{kon} (kJ/s)	W _{kon} (kW)	COP
16	0,571	3,300	0,660	0,089	6,407
19	0,485	2,787	0,551	0,066	7,250
22	0,395	2,231	0,444	0,049	8,045
25	0,248	1,385	0,277	0,029	8,523



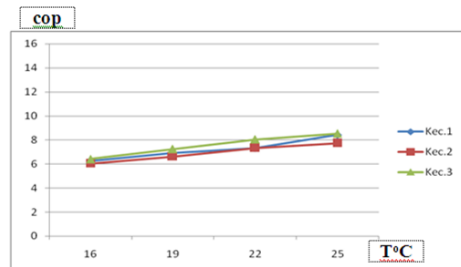
Gambar 3. Grafik laju kalor yang diserap evaporator terhadap suhu atur.



Gambar 4. Grafik laju kalor yang dibuang kondensor terhadap suhu atur



Gambar 5. Grafik kerja kompresor terhadap suhu atur



Gambar 6. Grafik COP terhadap suhu atur

Pengaruh terhadap performansi penyebar udara yang dapat kita kaji dari hasil pengujian yaitu :

1. Analisa Laju Kalor yang Diserap pada Evaporator (Q_{evap}).

Laju kalor yang diserap evaporator (Q_{evap}) untuk kecepatan fan 1 pada suhu atur 16o, 19o, 22o dan 25o secara berurutan adalah 0,400 kJ/s, 0,326 kJ/s, 0,277 kJ/s dan 0,181 kJ/s. Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan laju kalor yang diserap evaporator seiring kenaikan suhu atur. Begitu juga penurunan Q_{evap} untuk kecepatan fan 2 dan 3. Dari grafik 4.1 semakin tinggi suhu pengaturan maka semakin rendah laju kalor yang diserap oleh evaporator. Penurunan laju kalor yang diserap evaporator terjadi karena beban kalor pendinginan ruangan menurun.

Laju kalor yang diserap evaporator pada suhu 16oC menggunakan kecepatan fan 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah 0,571 kJ/s, 0,499 kJ/s dan 0,400 kJ/s. Kenaikan laju kalor yang diserap evaporator juga terjadi untuk suhu atur 19 °C, 22 °C, dan 25°C. Ini berarti semakin besar kecepatan fan evaporator atau semakin cepat aliran udara evaporator maka semakin besar laju kalor yang diserap evaporator.

2. Laju kalor yang dibuang pada kondensor

Laju kalor yang dibuang pada kondensor (Q_{kon}) untuk kecepatan fan 1 pada suhu atur 16 °C, 19 °C, 22 °C dan 25 °C yaitu 0,463 kJ/s, 0,373 kJ/s, 0,314 kJ/s dan 0,202 kJ/s. Hasil ini menunjukkan bahwa laju kalor yang dilepas kondensor menurun seiring dengan meningkatnya suhu atur. Penurunan juga terjadi untuk kecepatan fan 2 dan 3. Dari grafik 4.2 terlihat bahwa semakin tinggi suhu atur, maka laju

kalor yang dibuang pada kondensor semakin menurun.

Pada suhu 16 °C untuk kecepatan fan 1, 2, dan 3, laju kalor yang dilepas kondensor yaitu 0,463 kJ/s, 0,581 kJ/s, dan 0,660. Hasil menunjukkan peningkatan laju kalor yang dilepas kondensor seiring dengan meningkatnya suhu atur. Penurunan Q_{kon} juga terjadi untuk kecepatan fan 2 dan 3. Dari grafik 3 terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan fan evaporator maka semakin besar laju kalor yang dilepas kondensor.

3. Kerja Kompresor.

Kerja kompresor untuk kecepatan fan 1 pada suhu atur 16 °C, 19 °C, 22 °C dan 25 °C adalah 0,063 W, 0,047 W, 0,037 W dan 0,021 W. Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kerja kompresor seiring kenaikan suhu atur. Begitu juga untuk kecepatan fan 2 dan 3. Kenaikan suhu atur menyebabkan penurunan beban pendinginan, sehingga laju massa refrigeran yang harus dikompresikan oleh kompresor ikut menurun.

Kerja kompresor pada suhu atur 16 °C untuk kecepatan fan 1, 2, dan 3, adalah 0,063 kW, 0,082 kW dan 0,089 kW. Peningkatan juga terjadi untuk suhu 19 °C, 22 °C, dan 25 °C. Peningkatan kerja kompresor terjadi karena meningkatnya beban pendinginan, sehingga laju massa refrigeran meningkat. Karena laju massa refrigeran meningkat, maka kerja kompresor juga meningkat. Dampaknya semakin tinggi kecepatan fan evaporator maka semakin besar kerja kompresor. Meningkatnya kerja kompresor tentunya akan meningkatkan pemakaian energi listrik.

Koefisien Prestasi (COP)

Koefisien prestasi adalah perbandingan antara refrigerasi yang bermanfaat terhadap kerja yang diperlukan. Besarnya koefisien prestasi ditentukan oleh laju kalor yang diserap evaporator dan kerja kompresor. Untuk kecepatan fan 1, pada suhu atur 16 °C, 19 °C, 22 °C, dan 25 °C nilai COP yang diperoleh adalah 6,259, 6,920, 7,330 dan 8,424. Peningkatan COP juga terjadi untuk kecepatan fan 2 dan 3. Jadi pengaturan suhu yang semakin meningkat akan meningkatkan COP penyebar udara.

Nilai COP pada suhu atur 16 °C untuk kecepatan 1,2 dan 3 adalah 6,259, 6,035, dan 6,407. Sedangkan nilai COP pada suhu atur 19 °C untuk kecepatan 1, 2, dan 3 adalah 6,920, 6,615 dan 7,250. Dari data ini dapat diketahui kenaikan atau penurunan nilai COP suatu penyebar udara tidak dipengaruhi oleh kecepatan fan evaporator.

4. SIMPULAN

Dari hasil pengujian, kesimpulan yang dapat diambil, yaitu :

1. Pengaturan suhu yang semakin meningkat akan menyebabkan menurunnya laju kalor yang diserap evaporator, laju kalor yang dilepas kondensor dan kerja kompresor serta naiknya koefisien performansi.
2. Kecepatan fan evaporator yang semakin tinggi akan menyebabkan meningkatnya laju kalor yang diserap evaporator, laju kalor yang dilepas kondensor, dan kerja kompresor. Kecepatan fan evaporator atau kecepatan aliran udara keluar evaporator tidak berpengaruh terhadap nilai COP suatu penyejuk udara.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Arismunandar, Wiranto. 1980. Penyejukan udara. Jakarta . PT. Paradnya Paramita.
- [2] W.F. Stoecker dan J.W. Jones. Alih bahasa Supratman Hara; 1992, "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara", edisi kedua, Erlangga
- [3] McQuiston, Faye C, dkk. 2005. Heating, ventilating, and Air Conditioning. Oklahoma. Wiley
- [4] Sumanto, Drs, MA. 2007. Dasar-dasar Mesin Pendingin. Yogyakarta. ANDI
- [5] <http://www.arifmytechnology.blogspot.com> (8-12-2011 21:16)

